



УДК 621.565.9

ПРИМЕНЕНИЕ РЕБРИСТО-ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА В КАЧЕСТВЕ ИСПАРИТЕЛЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

OPERATION OF A PLATE-FIN HEAT EXCHANGER AS A REFRIGERATING MACHINES' EVAPORATOR

Кувалдин Алексей Евгеньевич, магистрант каф. «Теплоэнергетика и теплотехника», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: a.e.kuvaldin@urfu.ru. Тел.: +7(950)560-00-81

Василевский Никита Сергеевич, магистрант каф. "Теплоэнергетика и теплотехника", Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: n_vasilevskiy@list.ru, Тел.: +7(919)38-11-763

Раков Олег Александрович, инженер-теплотехник, Композит Групп, Россия, 620007, г. Екатеринбург, ул. Тверитина, 7. E-mail: oleg_rakov@list.ru. Тел.: +7(912)222-94-34

Aleksey E. Kuvaldin, Master student, Department «Теплоэнергетика i teplotechnika», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: a.e.kuvaldin@urfu.ru. Ph.: +7(950)560-00-81

Nikita S. Vasilevskiy, Master student, Department. «Теплоэнергетика i teplotechnika», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia E-mail: n_vasilevskiy@list.ru, Ph: +7 (919)38-11-763

Oleg A. Rakov, engineer, Kompozit Group, 620007, Tveritina str., 7, Ekaterinburg, Russia. E-mail: oleg_rakov@list.ru. Ph.: +7(912)222-94-34

Аннотация: В работе описана конструкция промышленной испытательной установки, предназначенной для изучения опытных и серийных образцов жидкостных испарителей. Приведены значения тепловой мощности аппарата в разных режимах. Результаты работы используются для определения конструктивных технических характеристик теплообменных аппаратов, а также с целью создания программы подбора оборудования по требуемым параметрам.

Abstract: This paper describes the design of an industrial experimental facility designed to explore the prototypes and production samples of plate-fin heat exchangers. Values of evaporator's heat capacity are performed. The obtained results are used to determine technical design characteristics of heat exchangers, as well as to create equipment selection program for the required parameters.

Ключевые слова: импортозамещение; холодильные машины, компактные теплообменники, ребристо-пластинчатый испаритель.

Key words: import substitution; refrigerating machines; compact heat exchangers; plate-fin evaporator.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение эффективности оборудования, предназначенного для систем кондиционирования воздуха, а также снижение вероятности утечки холодильного агента из контура являются актуальными задачами для исследователей.

В настоящее время в качестве испарителей холодильных машин наиболее широко применяются пластинчатые а также трубчато-ребристые теплообменные аппараты (ТА). Последние рационально использовать для охлаждения воздушной среды. В случае, когда охлаждаемая среда представляет собой жидкость (вода), устанавливают пластинчатые теплообменники. К их недостаткам стоит отнести

повышенное гидравлическое сопротивление, шумовое загрязнение при увеличении расхода хладагента через аппарат, большую металлоемкость и, как следствие, высокую стоимость. Избежать данных проблем можно, используя ребристо-пластинчатые теплообменники. Данные ТА успешно применяются в космической, авиационной промышленности.

При одинаковых параметрах мощности, размеры цельнопанельных алюминиевых теплообменников получаются на 15-45 % меньше, чем у традиционных пластинчатых и кожухотрубных. Стоит учесть, что доля отечественного холодильного оборудования на рынке страны

мала, а стратегические и экономические интересы требуют наращивания научного и инженерного потенциала в области ТНТ [1] Импортозамещение

и появление конкурентоспособной продукции важно для экономики РФ.

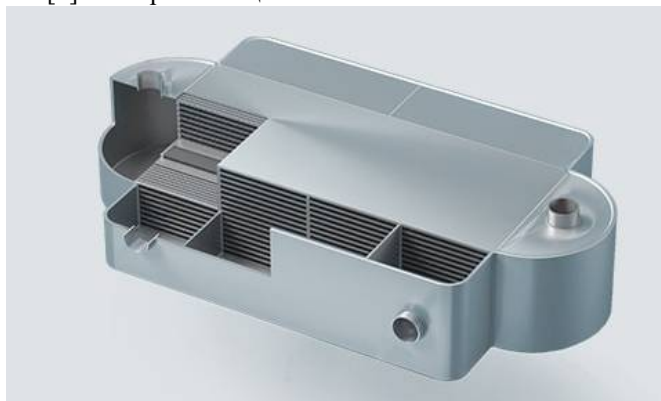


Рис. 1. Общий вид испарителя ЭВА КОМПАКТ.

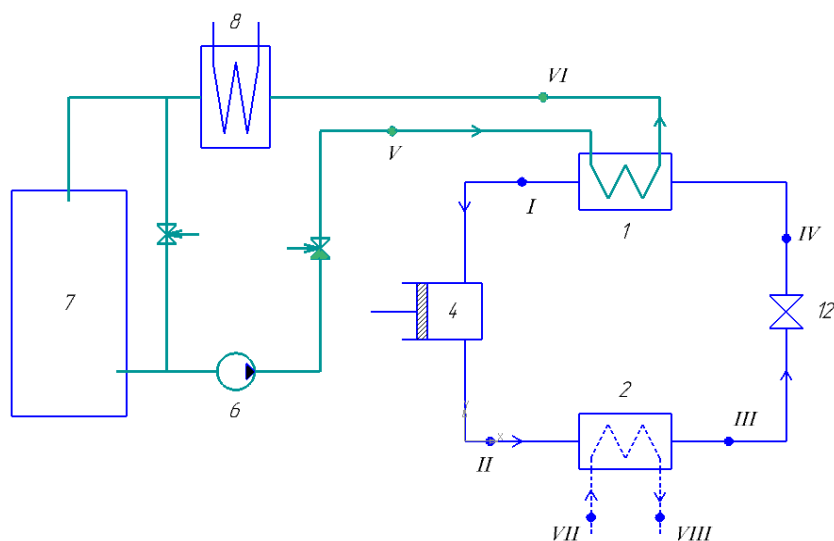


Рис. 2 Схема установки. I – VIII– точки измерения параметров фреона, воды, воздуха.

1 – испаритель, 2 – конденсатор с осевыми вентиляторами, 3 – частотный преобразователь, 4 – компрессоры, 5 – щит управления холодильной машины, 6 – насос циркуляционной воды, 7 – бак запаса воды, 8 – электрический водогрейный котёл, 9 – щит питания установки, 10 – наружная стена, 11 – перекрытие в цехе, 12 – терморегулирующий вентиль (ТРВ) – дроссель

В рамках внедрения в производство жидкостных испарителей Композит ЭВА КОМПАКТ были произведены испытания опытной модели испарителя в различных режимах. Вид модели представлен на рисунке 1.

С целью определения номинальных технических характеристик создаваемой линейки продукции на площадке компании в г. Екатеринбург была создана промышленная испытательная установка для изучения опытных и серийных образцов компактных теплообменников.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

В установке используется парокомпрессионная холодильная машина (ХМ), роль потребителя холода в которой играет водяной контур с включенным электрическим водогрейным котлом,

имитирующим теплопритоки в охлаждаемую систему. схема установки представлена на рисунке 2.

Установка состоит из испарителя, конденсатора, с установленными на нем осевыми вентиляторами с электроприводом, число оборотов которых регулируется частотным преобразователем мощностью 18 кВт. Сжатие рабочего тела осуществляется тремя поршневыми компрессорами, электрической мощностью 11 кВт каждый. Управление холодильной машиной осуществляется при помощи контроллера, установленного на щите. Центробежный насос, мощностью 1 кВт, обеспечивает циркуляцию воды в контуре. Бак, объемом 3 м³, предназначен для создания запаса воды и выполняет функцию термостата. Электрический котел, мощностью 100 кВт, является моделью потребителя холода.[2]

ИСПЫТАНИЯ ИСПАРИТЕЛЯ

Нами были проведены испытания аппарата Композит ЭВА КОМПАКТ в различных режимах работы холодильной машины. Хладагент R404A и R407C. Испаритель представляет собой ребристо-пластинчатый ТА, одноходовой по фреону, четырёхходовой по воде. В таблице 1 представлены измеряемые параметры, а также используемые для этого датчики.

Таблица 1
Приборы контроля параметров.

Параметр	Прибор
p_I	датчик давления Danfoss
t_I	датчик температуры NTC
$t_{II}, t_{III}, t_V,$ $t_{VI}, t_{VII}, t_{VIII},$	термометры сопротивления ДТС-Pt100
p_{II}, p_{IV}	датчик избыточного давления ПД100-ДИ
Δp_{II-III}	датчик перепада давления ПД200-ДД
$\Delta p_{VII-VIII}$	датчик разрежения воздуха в корпусе конденсатора ПД100-ДВ
p_V, p_{VI}	стрелочные манометры МП4-Уф
G_V	ультразвуковой расходомер Карат-520-40-E50-0

В ходе эксперимента были получены 2 режима для хладагента R407C и 2 режима для R404A.

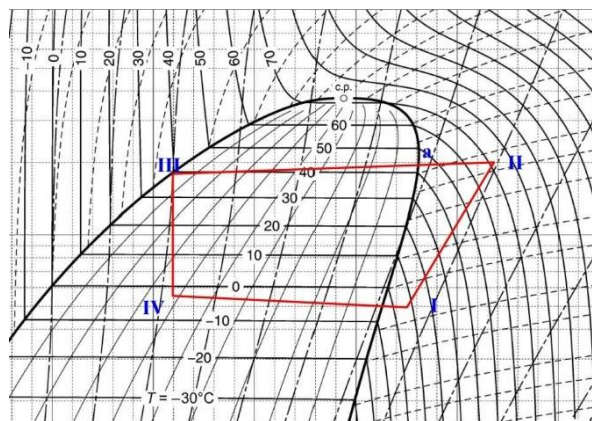


Рис. 3 Цикл процесса на p-i диаграмме

РАСЧЕТЫ

Расчет мощности испарителя в каждом режиме производился на основе балансовых соотношений. [2], Экспериментальные значения температуры и давления в точках цикла используются для получения параметров хладагента. По таблицам и диаграммам [4] определяются значения энтальпии, неизвестные температуры. На рисунке 3 приведен цикл процесса для аппарата для фреона R404A. В таблице 2 указаны значения мощности аппарата в различных режимах работы установки.

Таблица 2

Режим	1	2	3	4
Мощность, кВт	24,289	45,88	56,37	69,76

На рисунке 4 приведена зависимость значений тепловой мощности испарителя от расхода хладагента через аппарат.

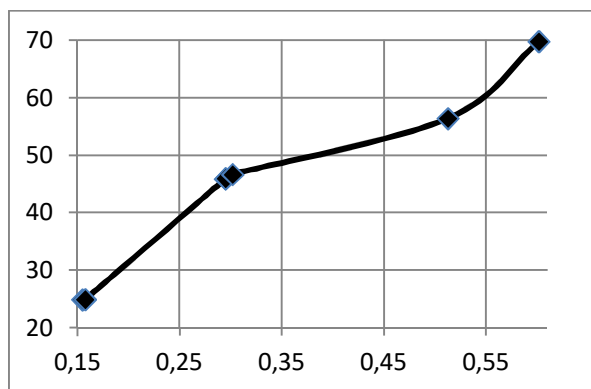


Рис. 4. Зависимость Q_i (G_{Φ})

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные данные, полученные на установке, используются для определения номинальных технических характеристик теплообменных аппаратов, указываемых в каталоге; также для программы подбора оборудования по требуемым параметрам для потребителей. Проведённое исследование показало целесообразность применения ребристо-пластинчатого теплообменника в качестве жидкостного испарителя в установках для получения промышленного холода с промежуточным теплоносителем (вода, водные растворы гликолей). В настоящий момент запущено производство данной модели на заводе «Атомах-Радиатор», входящем в холдинг Композит Групп.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Малышев А.А. и др. Перспективные типы испарителей холодильных машин. Вестник МАХ, 2013, №2
2. Кувалдин А.Е., Раков О.А. Теплообмен в микроканальных конденсаторах для холодильной техники. Труды второй научно-технической конференции молодых ученых Уральского энергетического института, Екатеринбург: УрФУ, 2017.
3. А. В. Бараненко, Н. Н. Бухарин и др. Холодильные машины. СПб.: Политехника, 1997. 992 с.
4. ASHRAE Handbook – Fundamentals (SI). Commercial Resources. ASHRAE's Online Bookstore, 2009.